

ANTIFERROELECTRIC LIQUID CRYSTAL ELEMENT

Patent number: JP9211425
Publication date: 1997-08-15
Inventor: YAMAGUCHI HISANORI; KIMURA SATORU
Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD
Classification:
- international: G02F1/133; G02F1/13; (IPC1-7): G02F1/133
- european:
Application number: JP19960016261 19960201
Priority number(s): JP19960016261 19960201

Report a data error here

Abstract of JP9211425

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable the display with high luminance and high contrast with a simple method by obtaining the relation between the amplitude voltage and transmittance when a specific AC electric field is impressed on a liquid crystal element as a loop of hysteresis and quantitatively relating this relation to the electro-optic characteristic of actual driving. **SOLUTION:** The relation between the amplitude voltage and transmittance when the AC electric field by square waves of 25 to 50Hz frequency is impressed on the liquid crystal element is obtd. as the loop of the hysteresis by making the amplitude voltage gradually larger from 0 volts and making the amplitude voltage gradually smaller down to 0 volt when a certain voltage above the satd. amplitude voltage at which the max. transmittance of 100% is attained. At this time, τ (up), τ (down) indicating steepness and $\Delta V(N)$ indicating a hysteresis width are defined by using the amplitude voltage when the transmittance attains 10% and 90% respectively by making the amplitude voltage gradually larger and gradually smaller. The relation described above is so set as to satisfy τ (up) ≤ 1.10 , τ (down) ≤ 1.10 , $\Delta V(N) \geq 0.05$.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-211425

(43) 公開日 平成9年(1997)8月15日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 2 F 1/133

識別記号

5 6 0

庁内整理番号

F I

G 0 2 F 1/133

5 6 0

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平8-16261

(22) 出願日

平成8年(1996)2月1日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 山口 久典

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 木村 哲

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

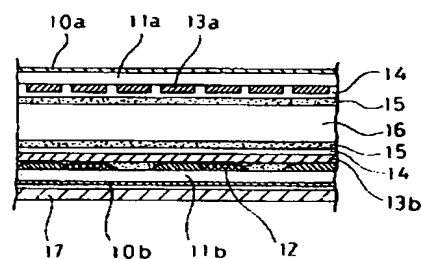
(74) 代理人 弁理士 森本 義弘

(54) 【発明の名称】 反強誘電性液晶素子

(57) 【要約】

【課題】 実際の駆動の光学特性と定量的に関係付けることが可能な簡単な手法を用いることで、高コントラスト高透過率表示の反強誘電性液晶素子を得ることを目的とする。

【解決手段】 25 Hz ~ 50 Hz、特に単純マトリクス駆動のフレーム周波数の 1/2 の周波数の矩形波を印加して得られるヒステリシスにおける特性である、急峻性、ヒステリシス幅、閾値電圧が一定の条件を満たす。さらに、この矩形波ヒステリシスの閾値電圧と単純マトリクス駆動のDCバイアスが一定の関係を満たす。そして、有機シリコン、有機亜鉛、有機チタンの化合物からなる絶縁膜14の膜厚を 300 ~ 1000 オングストロームとし、比誘電率を 10 ~ 100 とし、ポリイミド、または、シランカップラー、または、チタンカップラーからなる配向膜15の膜厚を 10 ~ 500 オングストロームとし、比誘電率を 3 ~ 10 とする。



10a 上側偏光板

10b 下側偏光板

11a 上基板

11b 下基板

12 カラーフィルタ層

13a 信号電極

13b 選択電極

14 絶縁膜

15 配向膜

16 反強誘電性液晶層

17 光源

【特許請求の範囲】

【請求項1】 対向面上に信号電極と選択電極よりなるマトリクス状の透明電極を有する一対の基板の対向面上の少なくとも一方に配向処理を施し、その一対の基板間に反強誘電性液晶を封入し、更に吸収軸が互いに直交する一対の偏光板で挟持し、その一対の偏光板の一方の吸収軸と封入した反強誘電性液晶の層法線の方向とが概略一致した構成をとる反強誘電性液晶素子であって、

この液晶素子に周波数が 25 Hz 以上 50 Hz 以下の矩形波による交番電界を印加したときの振幅電圧と透過率の関係は、振幅電圧を零ボルトから漸次大きくし、液晶素子の最大透過率 100%となる飽和振幅電圧以上のある電圧に到達したら今度は振幅電圧を零ボルトまで漸次小さくすることによりヒステリシスのループとして得ることができ、このとき

V10%(up) : 振幅電圧を零ボルトから漸次大きくして透過率が 10 %に到達したときの振幅電圧

V90%(up) : 振幅電圧を零ボルトから漸次大きくして透過率が 90 %に到達したときの振幅電圧

V90%(down) : 振幅電圧を飽和振幅電圧から漸次小さくして透過率が 90 %に到達したときの振幅電圧

V10%(down) : 振幅電圧を飽和振幅電圧から漸次小さくして透過率が 10 %に到達したときの振幅電圧

とし、これを用いて、

$$\gamma(\text{up}) = V90(\text{up}) / V10(\text{down})$$

$$\gamma(\text{down}) = V90(\text{down}) / V10(\text{down})$$

$$\Delta V = V10(\text{up}) - V90(\text{down})$$

$$\Delta V(N) = \Delta V / V10(\text{up})$$

と定義したときに、

$$\gamma(\text{up}) \leq 1.10, \quad \gamma(\text{down}) \leq 1.10, \quad \Delta V(N) \geq 0.05$$

を満たしている反強誘電性液晶素子。

【請求項2】 $\gamma(\text{up}) \leq 1.08$, $\Delta V(N) \geq 0.10$ を満たしていることを特徴とする請求項1記載の反強誘電性液晶素子。

【請求項3】 対向面上に信号電極と選択電極よりなるマトリクス状の透明電極を有する一対の基板の対向面上の少なくとも一方に配向処理を施し、その一対の基板間に反強誘電性液晶を封入し、更に吸収軸が互いに直交する一対の偏光板で挟持し、その一対の偏光板の一方の吸収軸と封入した反強誘電性液晶の層法線の方向とが概略一致した構成をとる反強誘電性液晶素子であって、この液晶素子に周波数が 25 Hz 以上 50 Hz 以下の矩形波による交番電界を印加したときの振幅電圧と透過率の関係は、振幅電圧を零ボルトから漸次大きくし、液晶素子の最大透過率 100%となる飽和振幅電圧以上のある電圧に到達したら今度は振幅電圧を零ボルトまで漸次小さくすることによりヒステリシスのループとして得ることができ、

V10%(up) : 振幅電圧を零ボルトから漸次大きくして

透過率が 10 %に到達したときの振幅電圧

V90%(up) : 振幅電圧を零ボルトから漸次大きくして透過率が 90 %に到達したときの振幅電圧

V90%(down) : 振幅電圧を飽和振幅電圧から漸次小さくして透過率が 90 %に到達したときの振幅電圧

V10%(down) : 振幅電圧を飽和振幅電圧から漸次小さくして透過率が 10 %に到達したときの振幅電圧

とし、これを用いて、

$$\Delta V = V10(\text{up}) - V90(\text{down})$$

$$\Delta V(N) = \Delta V / V10(\text{up})$$

と定義し、この液晶素子を、1 フレーム内がバイアス電圧が加えられた時間 τ の選択電圧を印加する期間と時間 $(N-K-1)\tau$ の非選択電圧を印加する期間、および前記バイアス電圧を加えない時間 $K\tau$ の非選択電圧を印加する期間からなり、2つ以上のフレームによって交流化された単純マトリクス駆動によって 50 Hz 以上 100 Hz 以下のフレーム周波数で駆動することを考え（ここで、Nは選択電極数、Kは0以上N以下、 $(1/\text{フレーム周波数}) = N\tau$ ）、

V(DC) : 前記バイアス電圧の絶対値

としたときに、

$$0.5 \leq V(\text{DC}) / V10(\text{down}) \leq 1.0$$

を満たしていることを特徴とする反強誘電性液晶素子。

【請求項4】 $0.7 \leq V(\text{DC}) / V10(\text{down}) \leq 1.0$ を満たしていることを特徴とする請求項3記載の反強誘電性液晶素子。

【請求項5】 単純マトリクス駆動におけるフレーム周波数の $(1/2)$ の周波数の矩形波の交番電界によるヒステリシスのループを用いることを特徴とする請求項1～請求項3または請求項4記載の反強誘電性液晶素子。

【請求項6】 対向面上に信号電極と選択電極よりなるマトリクス状の透明電極を有する一対の基板の対向面上の少なくとも一方に絶縁膜を形成し、更にその対向面上に配向膜を形成し、その配向膜の少なくとも一方に回転ラビングを施し、その一対の基板間に反強誘電性液晶を封入し、更に吸収軸が互いに直交する一対の偏光板で挟持し、その一対の偏光板の一方の吸収軸と封入した反強誘電性液晶の層法線の方向とが概略一致した構成をとる反強誘電性液晶素子であって、絶縁膜の膜厚が 300～1000 オングストロームで比誘電率が 10～100であり、配向膜の膜厚が 10～500 オングストロームで比誘電率が 3～10であることを特徴とする反強誘電性液晶素子。

【請求項7】 絶縁膜が有機シリコン、有機亜鉛、有機チタンの化合物からなり、配向膜が、ポリイミド、または、シランカブラー、または、チタンカブラーからなることを特徴とする請求項1～請求項6記載の反強誘電性液晶素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は光シャッタや表示装置などに用いられる反強誘電性液晶素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の技術の一例に関し、以下に図面を用いて説明する。反強誘電性液晶は、チャンダニらによって発見された〔ジャパン・ジャーナル・アプライド・フィジックス、1989年28号L1256頁、(Jpn. J. Appl. Phys. s., No.28, p.L1256, 1989)〕。

【0003】図7は反強誘電性液晶の模式図である。21はコーン、22は層法線、23は液晶分子、24は偏光板の吸収軸、25は螺旋ピッチの(1/2)である。図8は反強誘電性液晶素子の表示原理を示す模式図である。ここで、図8は液晶を封入した対向基板を基板上方より見た図である。31は液晶分子、32は層法線、33は自発分極P_s、34は偏光板の吸収軸、35は印加電界の方向である。図9は三角波による反強誘電性液晶のダブルヒステリシスを示す。

【0004】配向処理を施した対向基板間に封入されて、基板に垂直な方向に層をなした反強誘電性液晶は、電圧無印加状態では図7や図8の(b)に示すように、全体としては自発分極P_s33が相殺されている。そして、対向基板間に閾値以上の電圧を印加すると電界の方向に応じて図8の(a)、図8の(c)に示すように強誘電相が誘起される。

【0005】従って、例えば図8のように液晶を封入した対向基板を、その一方の吸収軸34が層法線32の方向と一致するように配置された一対の吸収軸が互いに直交している偏光板の間に設置すれば、図8の(b)に示す閾値電圧以下の電界印加での反強誘電相状態では暗状態が、図8の(a)、図8の(c)に示す閾値電圧以上の電界印加での強誘電相状態では複屈折効果による明状態が得られる。

【0006】反強誘電性液晶の反強誘電性は、通常は図9に示すように三角波を印加したときのダブルヒステリシスにより示される。このヒステリシスの幅や閾値電圧の大きさが反強誘電性液晶を用いた液晶素子の電気光学特性を決定している。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、通常、液晶素子を駆動する際の印加波形は矩形波の組合せによる。従って、図9に示す三角波によるダブルヒステリシスに示されるヒステリシスの幅の広さや閾値電圧の大きさは、反強誘電性液晶素子の電気光学特性を定性的には説明できるが、具体的かつ定量的に実際の駆動における特性と関係付けることができない。

【0008】特に、三角波のダブルヒステリシスと三角波の周波数の関係の一例を示す図10にあるように、ダブルヒステリシスの形状やヒステリシス幅、閾値電圧は三角波の周波数によって大きく異なり、しかも、三角波

の周波数と実際の駆動の周波数との間に定量的な関係を見出すことは困難であるという課題を有していた。

【0009】本発明は上記課題を解決し、実際の駆動の電気光学特性と定量的に関係付けることが可能で、しかも、簡単な手法を用いることで、高輝度、高コントラスト表示の可能な反強誘電性液晶素子を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の反強誘電性液晶素子は、対向面上に信号電極と選択電極よりなるマトリクス状の透明電極を有する一対の基板の対向面上の少なくとも一方に配向処理を施し、その一対の基板間に反強誘電性液晶を封入し、更に吸収軸が互いに直交する一対の偏光板で挟持し、その一対の偏光板の一方の吸収軸と封入した反強誘電性液晶の層法線の間とが概略一致した構成をとる反強誘電性液晶素子であって、この液晶素子に周波数が25 Hz以上50 Hz以下の矩形波による交番電界を印加したときの振幅電圧と透過率の関係は、振幅電圧を零ボルトから漸次大きくし、液晶素子の最大透過率100%となる飽和振幅電圧以上のある電圧に到達したら今度は振幅電圧を零ボルトまで漸次小さくすることによりヒステリシスのループとして得ることができ、このとき

V10%(up) : 振幅電圧を零ボルトから漸次大きくして透過率が10%に到達したときの振幅電圧

V90%(up) : 振幅電圧を零ボルトから漸次大きくして透過率が90%に到達したときの振幅電圧

V90%(down) : 振幅電圧を飽和振幅電圧から漸次小さくして透過率が90%に到達したときの振幅電圧

V10%(down) : 振幅電圧を飽和振幅電圧から漸次小さくして透過率が10%に到達したときの振幅電圧

とし、これを用いて、

$$r(\text{up}) = V90\%(\text{up}) / V10\%(\text{down})$$

$$r(\text{down}) = V90\%(\text{down}) / V10\%(\text{down})$$

$$\Delta V = V10\%(\text{up}) - V90\%(\text{down})$$

$$\Delta V(N) = \Delta V / V10\%(\text{up})$$

と定義したときに、

$$r(\text{up}) \leq 1.10, \quad r(\text{down}) \leq 1.10, \quad \Delta V(N) \geq 0.05$$

を満たしている、特に望ましくは、

$$r(\text{up}) \leq 1.08, \quad \Delta V(N) \geq 0.10$$

を満たしているものである。

【0011】更に、この液晶素子を、1フレーム内がバイアス電圧が加えられた時間 τ の選択電圧を印加する期間と時間(N-K-1) τ の非選択電圧を印加する期間、および前記バイアス電圧を加えない時間K τ の非選択電圧を印加する期間からなり、2つ以上のフレームによって交流化された単純マトリクス駆動によって50 Hz以上100 Hz以下のフレーム周波数で駆動することを考え(ここで、Nは選択電極数、Kは0以上N以下、1

／ フレーム周波数 $=N\tau$ ）、
 $V(DC)$ ：前記バイアス電圧の絶対値
 としたときに、

$$0.5 \leq V(DC) / V10\%(down) \leq 1.0$$

を満たしている、特に望ましくは、

$$0.7 \leq V(DC) / V10\%(down) \leq 1.0$$

を満たしているものである。

【0012】加えて、単純マトリクス駆動におけるフレーム周波数の $(1/2)$ の周波数の矩形波の交番電界によるヒステリシスのループを用いることが望ましい。一方、対向面上に信号電極と選択電極よりなるマトリクス状の透明電極を有する一対の基板の対向面上の少なくとも一方に絶縁膜を形成し、更にその対向面上に配向膜を形成し、その配向膜の少なくとも一方に回転ラビングを施し、その一対の基板間に反強誘電性液晶を封入し、更に吸収軸が互いに直交する一対の偏光板で挟持し、その一対の偏光板の一方の吸収軸と封入した反強誘電性液晶の層法線方向とが概略一致した構成をとる反強誘電性液晶素子であって、絶縁膜の膜厚が300～1000オングストロームで比誘電率が10～100であり、配向膜の膜厚が10～500オングストロームで比誘電率が3～10とするものである。

【0013】そして、絶縁膜が有機シリコン、有機亜鉛、有機チタンの化合物からなり、配向膜が、ポリイミド、または、シランカップラー、または、チタンカップラーからなるものである。

【0014】

【作用】図9に示す三角波によるダブルヒステリシスでは、図10に示すようにその形状、ヒステリシス幅、閾値電圧が三角波の周波数に大きく依存し、実際の駆動との対応がとれない。

【0015】しかし、図2に示すように、周波数が25Hz以上50Hz以下の矩形波による交番電界を、振幅電圧を零ボルトから漸次大きくし、液晶素子の最大透過率100%となる飽和振幅電圧以上のある電圧に到達したら今度は振幅電圧を零ボルトまで漸次小さくすることにより得られるヒステリシスのループ〔以下、矩形波ヒステリシスと称す〕を用いて、

$V10\%(up)$ ：振幅電圧を零ボルトから漸次大きくして透過率が10%に到達したときの振幅電圧

$V90\%(up)$ ：振幅電圧を零ボルトから漸次大きくして透過率が90%に到達したときの振幅電圧

$V90\%(down)$ ：振幅電圧を飽和振幅電圧から漸次小さくして透過率が90%に到達したときの振幅電圧

$V10\%(down)$ ：振幅電圧を飽和振幅電圧から漸次小さくして透過率が10%に到達したときの振幅電圧

とし、これを用いて、

$$\gamma(up) = V90\%(up) / V10\%(down)$$

$$\gamma(down) = V90\%(down) / V10\%(down)$$

$$\Delta V = V10\%(up) - V90\%(down)$$

$$\Delta V(N) = \Delta V / V10\%(up)$$

とすれば、実際の駆動も矩形波の組合せであることから、

閾値電圧を示す $V10\%(up)$ 、 $V90\%(up)$ 、 $V90\%(down)$ 、 $V10\%(down)$ 、

急峻性を示す $\gamma(up)$ 、 $\gamma(down)$ 、ヒステリシス幅を示す ΔV 、 $\Delta V(N)$ が、実際の駆動における電気光学特性と定量的な関係で結び付いている。従って、矩形波ヒステリシスという簡単な手法を用いて、定量的に反強誘電性液晶素子の特性を決定できる。

【0016】また、実際の駆動として図3に示すように、1フレーム内がバイアス電圧が加えられた時間 τ の選択電圧を印加する期間と時間 $(N-K-1)\tau$ の非選択電圧を印加する期間、および前記バイアス電圧を加えない時間 $K\tau$ の非選択電圧を印加する期間からなり、2つ以上のフレームによって交流化された単純マトリクス駆動によって50Hz以上100Hz以下のフレーム周波数で駆動することを考えた場合、DCバイアスの絶対値である $V(DC)$ の値を、 $V(DC) / V10\%(down)$ という指標により、定量的に最適な値に設定することが可能となった。これは、従来の三角波による指標では、なし得ない。

【0017】そして、図2の矩形波ヒステリシスの周波数と、図3の反強誘電性液晶の単純マトリクス駆動のフレーム周波数を比較することにより、単純マトリクス駆動におけるフレーム周波数の $(1/2)$ の周波数の矩形波の交番電界による矩形波ヒステリシスを用いて、諸指標を得ることが特に望ましいことも判る。

【0018】反強誘電性液晶素子において、急峻性や閾値電圧やヒステリシス幅に対しては、液晶自体の諸特性に加えて、絶縁膜や配向膜の膜厚および比誘電率の影響も大きい。これは、強誘電状態で発現する自発分極 P_s が、透明電極上で誘電体の役目をする絶縁膜や配向膜に電荷を誘起して電気二重層をつくることが要因である。従って、絶縁膜や配向膜の膜厚および比誘電率の大きさの整合をとれば、急峻性や閾値電圧やヒステリシス幅を良好化することができる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の各実施の形態を説明する。

〔第1の実施の形態〕図1は〔第1の実施の形態〕の反強誘電性液晶素子を示し、対向面上に信号電極13aと選択電極13bよりなるマトリクス状の透明電極を有している。10aは上側偏光板、10bは下側偏光板、11aは上基板、11bは下基板、12はカラーフィルタ層、14は絶縁膜、15は配向膜、16は反強誘電性液晶層、17は光源である。

【0020】基板11a、11bとしてガラス基板を用い、下基板11bの上にはRGBのストライプ状のカラーフィルタ層を形成し、その上に電極13a、13bと

して、インジウム・錫・オキシド (ITO) を形成し、更に、金属酸化物を主成分とする絶縁膜14〔例えば、RTZ-1、触媒化成工業(株)製〕を1000オングストロームの厚さで形成した。その上に、配向膜15としてポリイミド〔例えば、LX-5400、日立化成(株)製〕を塗布し、焼成により500オングストロームの厚みで形成した。そして、配向膜15の上をレーヨンを用いた回転ラビング法により、ラビング方向が上下の基板で平行方向となるようにラビングして配向処理を施した。反強誘電性液晶層16として、TFMHPOBCを主たるカイラル材料としたエステル系の反強誘電性液晶のカイラル材を混合した反強誘電性液晶材料を10種類を用い、液晶層の厚みは $1.5\mu\text{m}$ とした。そして、上側偏光板10aとしてNPF-EG1225DU-AG25〔日東電工(株)製〕を用い、その吸収軸の方向がラビング方向と平行になるように配置し、下側偏光板10bとしてNPF-EG1225DU〔日東電工(株)製〕を用い、その吸収軸の方向がラビング方向と垂直になるように配置することで、互いに吸収軸の方向が直交する一対の偏光板の一方の偏光板の吸収軸が反強誘電性液晶の層法線方向と一致するという偏光板配置を実現した。また、光源17としてはサイドライトによる面光源ユニットを用いた。

【0021】以上の構成の10種類の反強誘電性液晶による液晶素子に対して、図2に示すような、周波数30Hzの矩形波ヒステリシスを測定し、続いて図3に示すような、フレーム周波数60Hz、選択電極本数480本(デューティ比 $1/480$)、バイアス比 $(1/4)$ 、 $K=0$ の単純マトリクス駆動により最大コントラストをとる電圧でのコントラストとオン時の相対透過率を測定した。 $\gamma(\text{up})$ 、 $\gamma(\text{down})$ 、 $\Delta V(N)$ とコントラスト、相対オン透過率の関係を、図4の(a)~(c)と図5の(a)~(c)に示す。

【0022】これより、 $\gamma(\text{up})$ と $\Delta V(N)$ は主としてコントラストに影響が大きく、 $\gamma(\text{down})$ は主として相対オン透過率に影響が大きいことがわかる。そして、この結果より、反強誘電性液晶素子が、

$$\gamma(\text{up}) \leq 1.10, \gamma(\text{down}) \leq 1.10, \Delta V(N) \geq 0.05$$

を満たしているとき、特に望ましくは、

$$\gamma(\text{up}) \leq 1.08, \Delta V(N) \geq 0.10$$

を満たしているときに、高いコントラストと高い透過率を得られることがわかった。

【0023】〔第2の実施の形態〕次に、〔第1の実施の形態〕での10種類の反強誘電性液晶のうちの2種類を選んで、図3に示すような単純マトリクス駆動を〔第1の実施の形態〕と同じ条件で行い、このときDCバイアスの大きさ $V(\text{DC})$ を変えて、各DCバイアスでの最大コントラストを測定した。 $V(\text{DC}) / V10\%(\text{down})$ とコントラストの関係を図6に示す。

【0024】この結果より、反強誘電性液晶素子が

$$0.5 \leq V(\text{DC}) / V10\%(\text{down}) \leq 1.0$$

を満たしているとき、特に望ましくは、

$$0.7 \leq V(\text{DC}) / V10\%(\text{down}) \leq 1.0$$

を満たしているときに、高いコントラストを得られることがわかった。

【0025】〔第3の実施の形態〕この〔第3の実施の形態〕では〔第1の実施の形態〕の反強誘電性液晶素子の構成条件のうち、絶縁膜14と配向膜15の材料と膜厚を変えて、それぞれの矩形波ヒステリシスを周波数30Hzで測定した。絶縁膜14としては、有機シリコンと有機亜鉛と有機チタンの混合比を変えて、絶縁膜の比誘電率を変化させた。また、配向膜15としては、ポリイミドにシリコン、チタン等を混合して、比誘電率を変化させたものやシランカップラー、チタンカップラーを用いた。

【0026】その結果、絶縁膜の膜厚が300~1000オングストロームで比誘電率が10~100であり、配向膜の膜厚が10~500オングストロームで比誘電率が3~10という条件を満たすときに、矩形波ヒステリシスも必要な条件を満たすことができ、高コントラストで高透過率の反強誘電性液晶素子を得られることがわかった。

【0027】上記の各実施の形態では、液晶素子に周波数が30Hzの矩形波による交番電界を印加し、フレーム周波数60Hzで駆動したが、液晶素子に周波数が25Hz以上30Hz、または30Hz以上50Hz以下の矩形波による交番電界を印加しても上記と同様の結果が得られた。この場合に、フレーム周波数を50Hz以上100Hz以下で駆動することで同様の結果が得られた。

【0028】

【発明の効果】以上のように本発明の反強誘電性液晶素子は、対向面上に信号電極と選択電極よりなるマトリクス状の透明電極を有する一対の基板の対向面上の少なくとも一方に配向処理を施し、その一対の基板間に反強誘電性液晶を封入し、更に吸収軸が互いに直交する一対の偏光板で挟持し、その一対の偏光板の一方の吸収軸と封入した反強誘電性液晶の層法線の方向とが概略一致した構成をとる反強誘電性液晶素子であって、この液晶素子に周波数が25Hz以上50Hz以下の矩形波による交番電界を印加したときの振幅電圧と透過率の関係は、振幅電圧を零ボルトから漸次大きくし、液晶素子の最大透過率100%となる飽和振幅電圧以上のある電圧に到達したら今度は振幅電圧を零ボルトまで漸次小さくすることにより矩形波ヒステリシスとして得ることができ、このとき

$$\gamma(\text{up}) = V90\%(\text{up}) / V10\%(\text{down})$$

$$\gamma(\text{down}) = V90\%(\text{down}) / V10\%(\text{down})$$

$$\Delta V = V10\%(\text{up}) - V90\%(\text{down})$$

$$\Delta V(N) = \Delta V / V10\%(\text{up})$$

と定義したときに、

$$\gamma(\text{up}) \leq 1.10, \gamma(\text{down}) \leq 1.10, \Delta V(N) \geq 0.15$$

を満たす、特に望ましくは、

$$\gamma(\text{up}) \leq 1.08, \Delta V(N) \geq 0.10$$

を満たすことにより、高いコントラストと透過率を得ることができる。

【0029】更に、この液晶素子を、1フレーム内がバイアス電圧が加えられた時間 τ の選択電圧を印加する期間と時間 $(N-K-1)\tau$ の非選択電圧を印加する期間、および前記バイアス電圧を加えない時間 $K\tau$ の非選択電圧を印加する期間からなり、2つ以上のフレームによって交流化された単純マトリクス駆動によって50Hz以上100Hz以下のフレーム周波数で駆動することを考え、

$$0.5 \leq V(\text{DC}) / V10\%(\text{down}) \leq 1.0$$

を満たす、特に望ましくは、

$$0.7 \leq V(\text{DC}) / V10\%(\text{down}) \leq 1.0$$

を満たすことにより、高いコントラストと透過率を得ることができる。

【0030】このとき、単純マトリクス駆動におけるフレーム周波数の $(1/2)$ の周波数の矩形波の交番電界によるヒステリシスのループを用いて、上述の条件を満たしているとき、この単純マトリクス駆動でのコントラストと透過率が高いことが保証される。

【0031】一方、対向面上に信号電極と選択電極よりなるマトリクス状の透明電極を有する一対の基板の対向面上の少なくとも一方に絶縁膜を形成し、更にその対向面上に配向膜を形成し、その配向膜の少なくとも一方に回転ラビングを施し、その一対の基板間に反強誘電性液晶を封入し、更に吸収軸が互いに直交する一対の偏光板で挟持し、その一対の偏光板の一方の吸収軸と封入した反強誘電性液晶の層法線方向とが概略一致した構成をとる反強誘電性液晶素子であって、有機シリコン、有機亜鉛、有機チタンの化合物からなる絶縁膜の膜厚が300～1000オングストロームで比誘電率が10～100であり、ポリイミド、またはシランカブラー、またはチタンカブラーからなる配向膜の膜厚が10～500オングストロームで比誘電率が3～10とするものであるとき、ヒステリシスのループが必要な条件を満たすことができ、単純マトリクス駆動において高いコントラストと透過率を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態における反強誘電性液晶素子の断面図。

【図2】同実施の形態における反強誘電性液晶に矩形波を印加したときの矩形波ヒステリシスを示す模式図。

【図3】同実施の形態における反強誘電性液晶素子の単純マトリクス駆動波形の説明図。

【図4】同実施の形態における $\gamma(\text{up})$ 、 $\gamma(\text{down})$ 、 $\Delta V(N)$ とコントラストの関係図。

【図5】同実施の形態における $\gamma(\text{up})$ 、 $\gamma(\text{down})$ 、 $\Delta V(N)$ と相対オン透過率の関係図。

【図6】第2の実施の形態における $V(\text{DC}) / V10\%(\text{down})$ とコントラストの関係図。

【図7】反強誘電性液晶の模式図。

【図8】反強誘電性液晶素子の表示原理を示す模式図。

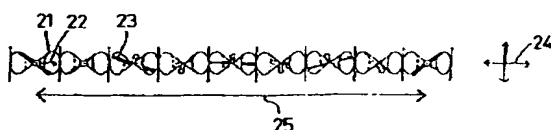
【図9】反強誘電性液晶素子に三角波を印加したときのダブルヒステリシスを示す模式図。

【図10】反強誘電性液晶素子に三角波を印加したときのダブルヒステリシスと三角波の周波数の関係の一例を示す測定図。

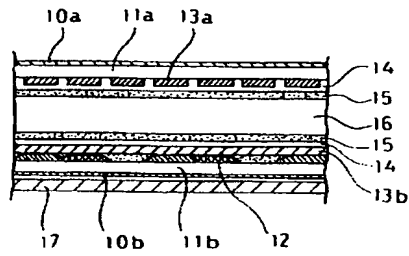
【符号の説明】

10a	上側偏光板
10b	下側偏光板
11a	上基板
11b	下基板
12	カラーフィルタ層
13a	信号電極
13b	選択電極
14	絶縁膜
15	配向膜
16	反強誘電性液晶層
17	光源
21	コーン
22	層法線
23	液晶分子
24	偏光板の吸収軸
25	螺旋ピッチの $(1/2)$
31	液晶分子
32	層法線
33	自発分極 P_s
34	偏光板の吸収軸
35	印加電界の方向

【図7】

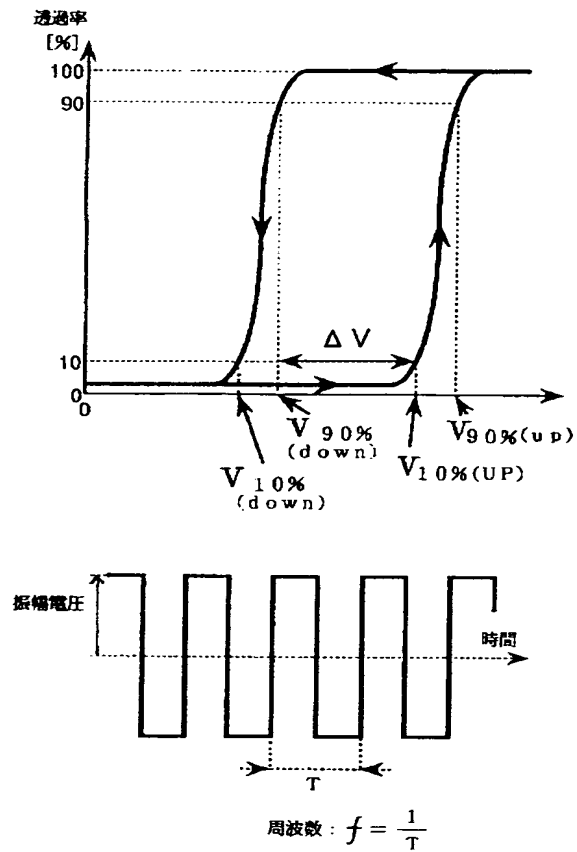


【図1】

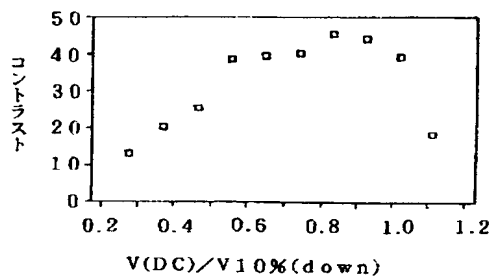


- | | |
|-------------|-------------|
| 10a 上側偏光板 | 13a 信号電極 |
| 10b 下側偏光板 | 13b 選択電極 |
| 11a 上基板 | 14 絶縁膜 |
| 11b 下基板 | 15 配向膜 |
| 12 カラーフィルタ層 | 16 反強誘電性液晶層 |
| | 17 光源 |

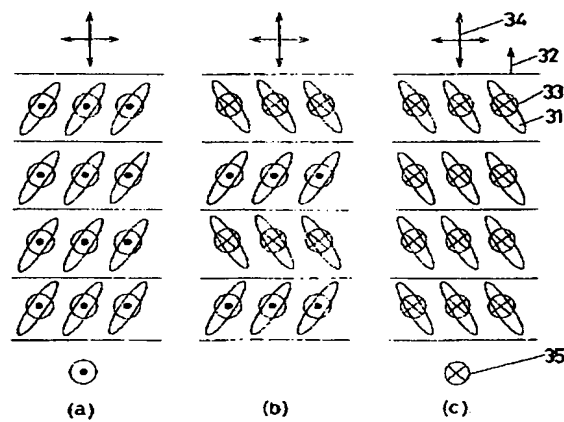
【図2】



【図6】

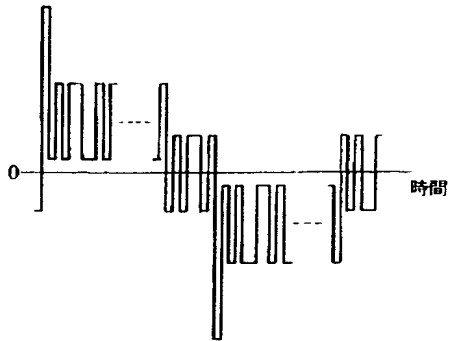


【図8】



【図3】

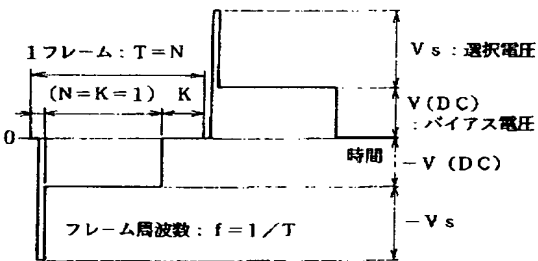
(a) 反強誘電性液晶に印加される電圧 (信号電圧-選択電圧)



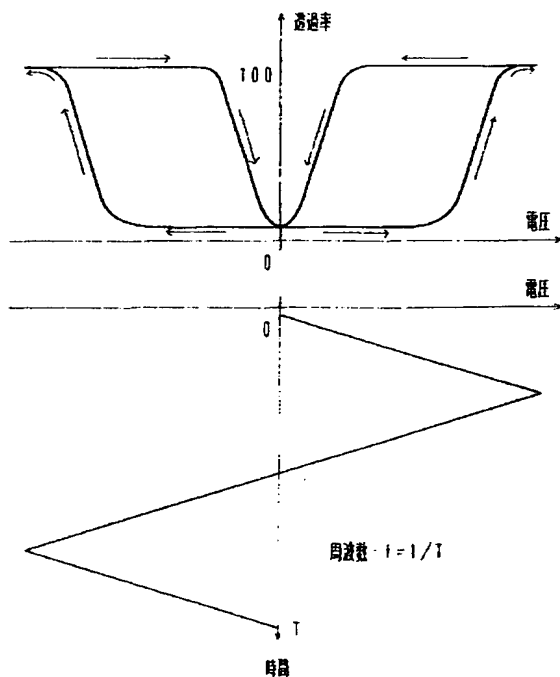
(b) 信号電圧 (信号電極に印加する電圧)



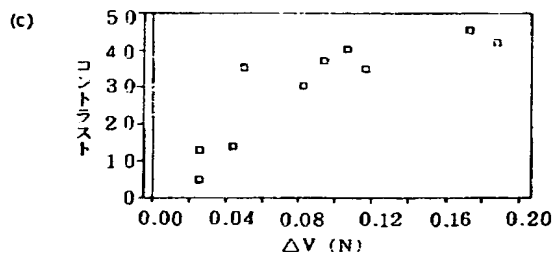
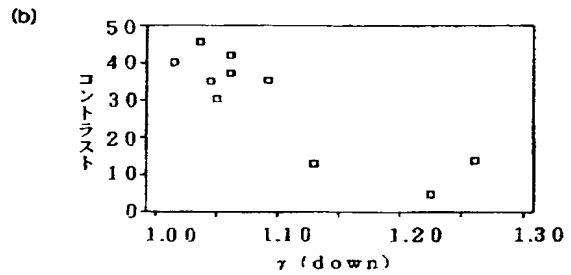
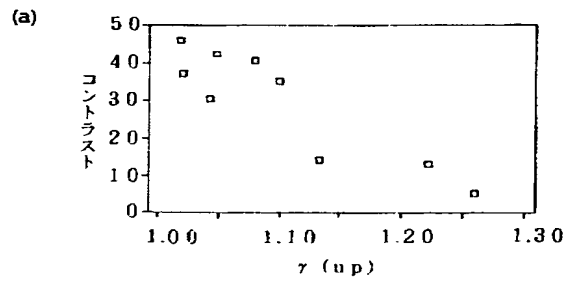
(c) 選択電圧 (選択電極に印加する電圧)



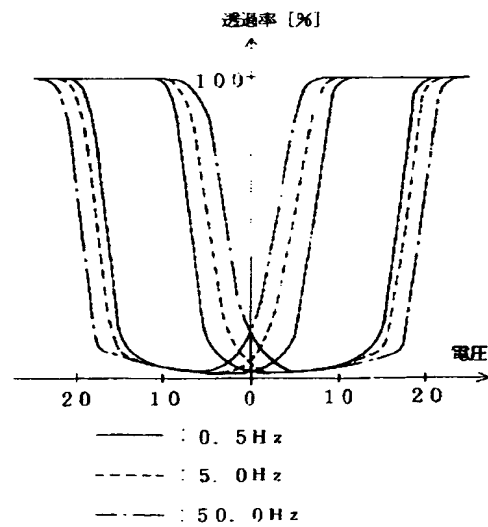
【図9】



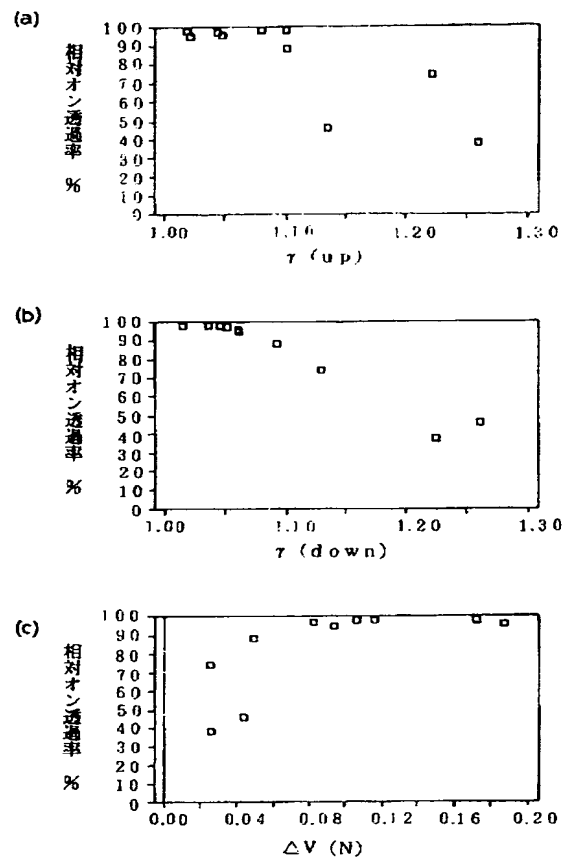
【図4】



【図10】



【図5】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.